



М.В. Валл
С.А. Чудинов

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Екатеринбург
2013

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»
Кафедра транспорта и дорожного строительства

М.В. Валл
С.А. Чудинов

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Методические указания
к выполнению практических и лабораторных работ
по инженерной геологии для студентов
очной и заочной форм обучения
специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы»
направления 270100 «Строительство»

Екатеринбург
2013

Печатается по рекомендации методической комиссии ЛИФ.
Протокол № 1 от 13 сентября 2012 г.

Рецензент – канд. техн. наук, доц. кафедры транспорта и дорожного
| строительства Н.А. Гриневич

Редактор Е.Л. Михайлова
Оператор компьютерной верстки Т.В. Упорова

Подписано в печать 04.04.13	Поз. 2
Плоская печать	Тираж 10 экз.
Заказ №	Цена руб. коп.
Формат 60×84 1/16	
Печ. л. 1,63	

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с учебным планом для студентов предусмотрен курс «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ».

Практика изучения курса, учебные практические занятия показывают, что основные трудности, которые испытывают студенты, связаны с правильным определением наименования горной породы, петрографических характеристик, минералогического состава.

Для решения этих задач предлагаются данные методические указания, которые составлены в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта.

1. Горные породы как сырье для получения природных каменных материалов

Верхние слои земной коры состоят из различных горных пород, которые, в свою очередь, состоят из минералов. Минералы – это природные тела, относительно однородные по химическому составу и физическим свойствам, образующиеся в результате физико-химических процессов в земной коре. В составе горной породы может быть один минерал (мономинеральные породы) или несколько (полиминеральные породы). Примером простой породы является гипс, состоящий из одного минерала того же наименования; примером сложных (полиминеральных) – гранит, в составе которого несколько минералов – кварц, полевые шпаты, слюды и роговая обманка.

1.1. Система оценки качества горных пород

Горные породы являются сырьем для получения природных каменных материалов (гравия, щебня, песка и др.) Качество горных пород определяется минеральным составом, структурой и текстурой, степенью выветривания, размером и формой природных отдельностей породы и формой залегания (столбчатые, пластовые; глыба и др.).

Качество горной породы определяют в первую очередь с целью выяснить возможность изготовления из нее определенного вида каменного материала. Но качество природных каменных материалов зависит не только от свойств исходной горной породы, но и от размера, формы, характера поверхности, наличия микротрещин, образовавшихся в процессе добычи или обработки материала. В связи с этим профессором М.И. Волковым предложена следующая система оценки качества горных пород (как сырья для получения каменных материалов):

– определение внешних признаков и петрографическая характеристика горной породы;

- определение технологических свойств горной породы (дробимость, раскалываемость, полируемость и др.);
- предварительная оценка возможности получения из данной горной породы того или иного вида природного каменного материала;
- выборочные или полные лабораторные испытания состава и физико-механических свойств горной породы. Полнота испытаний назначается на основании предварительной оценки;
- заключение о качестве горной породы и возможности ее использования для получения различных видов природных каменных материалов.

Система оценки качества горных пород как сырья для каменных материалов позволяет рационально произвести испытания. Наиболее ответственным является первый этап работ – установление внешних признаков и петрографическая характеристика горной породы. На данном этапе производится качественная оценка пригодности горной породы для изготовления того или иного вида каменных материалов. Полученные на этом этапе результаты определяют целесообразность (или нецелесообразности) дальнейших испытаний.

2. Методика выполнения визуального (макроскопического) анализа минералов

Наиболее полную и точную характеристику горных пород с точки зрения структуры, сложения и минералогического состава можно получить их исследованием с помощью поляризационного микроскопа. В полевых условиях горные породы определяют визуально по внешним признакам: цвету, минералогическому составу и т.д. Визуальный метод не требует специальных приборов и обеспечивает достаточную степень надежности для предварительной оценки качества горной породы.

2.1. Оборудование и инструменты для выполнения макроскопического анализа

Оборудование и инструменты для выполнения макроскопического анализа: молоток; стальная игла (или стальной перочинный нож); минералогическая лупа 7–10-кратного увеличения; 10%-ный раствор соляной кислоты (HCl); неглазурованная фарфоровая пластинка (или чашка); пластина оконного стекла.

2.2. Отбор проб

Отобрать 2–3 образца горной пород размером 30х30х40 см со свежим расколом; устранить поверхностные загрязнения мягкой тряпкой. Если образец не имеет свежего раскола, сколоть края образцов с помощью молотка.

2.3. Описание внешних признаков и петрографическая характеристика образца

Твердые минералы встречаются в природе в большинстве случаев в виде кристаллов, имеющих форму различных многогранников – кубов (гексаэдр), пирамид, призм и т.д. При описании внешних признаков минералов следует руководствоваться терминологией, принятой в кристаллографии. Например, форма образца – кубовидная, плитовидная, параллелепипедная, ромбическая, шаровидная, неправильная и т.д.

Распознавание минерала, который преобладает в составе горной породы, проще всего осуществляется по его физическим свойствам: цвету, твердости, спайности и др.

Физические свойства минерала рекомендуется определять в следующем порядке: цвет, твердость, спайность, блеск, излом (прил. 1).

2.3.1. Определение цвета и прозрачности

Цвет минералов зависит от их структурных особенностей, имеющихся красящих элементов (хромофор) и механических примесей. Цвет следует наблюдать на свежем изломе, так как на поверхности он может измениться в результате выветривания. Цвет рекомендуется определять по цвету его черты; для этого следует провести куском минерала по неглазурованной фарфоровой пластинке. При этом на ее поверхности останутся мелкие порошинки минерала его собственного цвета, т.е. идиохроматическая окраска, а не аллохроматическая; например, собственная окраска малахита – зеленая.

Определив цвет, необходимо отнести его к одной из двух основных групп:

- минералы светлые, к которым относятся бесцветные и окрашенные в светлые цвета: белый, светло-серый, желтый, розовый (например, кварц, гипс, кальцит, каолинит, полевошпат, белая слюда и др.)

- минералы темные, обычно малопрозрачные, имеющие черный, темно-зеленый, коричнево-бурый и другие цвета.

Прозрачность – способность вещества пропускать свет, зависит от физико-химических свойств. По степени прозрачности все минералы подразделяются на прозрачные (горный хрусталь, исландский шпат и др.); полупрозрачные (опал, сфалерит и др.); непрозрачные (графит, пирит и др.).

Многие непрозрачные минералы просвечивают в тонких обломках (халцедон, биотит), поэтому образец не должен иметь форму тонкой пластинки.

2.3.2. Определение твердости

Под твердостью понимают степень сопротивления, которое оказывает поверхность испытываемого минерала царапанию острием, истиранию. Это очень важное физическое свойство; оно является косвенной характеристикой прочности горной породы и имеет большое значение для диагностики минералов.

Для оценки относительной твердости минералов пользуются специальным набором минералов, в котором каждый последующий минерал царапает все предыдущие (острым концом). Такой набор эталонов твердости, известный как шкала Мооса, представлен в табл. 1, где твердость выражена в баллах и имеет не абсолютное, а относительное значение. Например, алмаз не в 10 раз тверже талька, а более чем в 4000 раз.

Таблица 1

Балл твердости	Название минерала	Полевая шкала
1	Тальк	Мягкий карандаш оставляет царапину, легко чертится ногтем
2	Гипс	Чертится ногтем
3	Кальцит	Латунная монета оставляет царапину
4	Флюорит (плавиковый шпат)	Чертится ножом
5	Апатит	Перочинный нож оставляет на минерале царапину, а минерал на поверхности ножа – неясную царапину. Стекло не царапает
6	Кварц	Ножом не чертится
7	Топаз	Режет стекло, кварц не царапает
8	Корунд	Царапает кварц
9	Алмаз	Самый твердый минерал в природе

Твердость минералов как абсолютная величина определяется с помощью приборов – микротвердомеров ТМГ-2, тогда она выражается не в баллах, а в кг/мм^2 , например, у талька она равна $2,4 \text{ кг/мм}^2$, кварца – 1120 , а твердость алмаза – 10060 кг/мм^2 .

Определение твердости по шкале Мооса выполняется следующим способом: по свежей поверхности испытываемого минерала проводят, слегка надавливая, острым краем другого минерала, и если на испытываемом получается черта, то его твердость ниже твердости минерала, с помощью которого проведена эта черта.

Для оценки твердости можно использовать и доступные материалы с известной твердостью. Например, балл твердости графита – 1; ногтя – 2–2,5; медной монеты и цинка – 3, гвоздя железного – 4–4,5; стекла оконного – 5,5; стального перочинного ножа – 6, стального напильника – 6,5–7.

Твердость минералов в известной степени является показателем их прочности и способности к истиранию.

2.3.3. Определение спайности

Спайность – способность некоторых минералов при ударе раскалываться по определенным кристаллографическим направлениям с образованием гладких (зеркальных) плоскостей раскола (спайности). У минералов различают четыре вида спайности (табл. 2).

Таблица 2

Вид спайности	Основные признаки	Пример минерала
Весьма совершенная	Минерал очень легко расщепляется на очень тонкие листочки, чешуйки или пластинки, плоскости зеркально-блестящие	Слюда (мусковит, биотит), гипс
Совершенная	При расщеплении минерала образуются ровные блестящие плоскости	Ортоклаз, каменная соль, известковый и все другие шпаты, флюорит
Несовершенная	Спайность обнаруживается с трудом: на осколках минерала только местами заметны небольшие гладкие площадки	Аппатит, берилл, халькопирит (медный колчедан)
Отсутствие спайности	При ударе минерал раскалывается по случайным направлениям, просто раздробляется без образования каких-либо плоскостей спайности	Кварц, пирит, касситерит, корунд, гематит

2.3.4. Определение блеска

Блеском называется способность поверхности минерала в различной степени отражать цвет. Блеск минералов (цвет отражаемого света) делят на два основных: металлический и неметаллический. Но степень блеска зависит и от других факторов (от состояния поверхности, явления интерференции и т.д.). Поэтому, кроме двух основных, выделены промежуточные:

алмазный (характерен для алмаза, цинковой обманки, самородной серы и др.);

стеклянный блеск (гипс, кальцит, ортоглаз, кварц).

Полуметаллический или металлоидный (блеск потускневших от времени металлов) – это промежуточный между металлическим и алмазным; жирный блеск – когда поверхность минерала кажется как бы смазанной жиром (нефелин, самородная сера), восковой блеск (халцедон); перламутровый блеск обеспечивается за счет интерференции света, проходящего через тонкие пластины (кристаллы слюды); шелковистый блеск (волокнистый гипс, асбест и другие минералы, имеющие параллельно-волокнистое строение); матовый – блеск отсутствует (каолинит, пиролюзит).

2.3.5. Установление вида излома

При расколе у минералов возникают поверхности, определяющие характер излома.

Минералы, обладающие спайностью, дают ровный излом, например, кальцит, галит и другие дают излом по спайности.

У минералов, не обладающих спайностью, выделяют изломы, характеристика которых представлена в табл. 3.

Таблица 3

Вид излома	Признаки, определяющие излом	Пример минерала
Раковистый	Похожий на внутреннюю поверхность раковины	Опал, халцедон, обсидиан
Неровный	Поверхность излома неровная, без блестящих спайных участков	Апатит
Занозистый	Напоминает излом древесины поперек волокнистости	Асбест, волокнистый гипс
Крючковатый	Поверхность излома покрыта мелкими крючочками	Медь самородная, серебро самородное
Землистый	У землистых минералов	Каолинит
Зернистый	У зернистых минералов	–

2.3.6. Определение плотности минералов

Для большинства минералов плотность колеблется от 2,5 до 4. Поэтому она может служить диагностическим признаком только минералов тяжелых элементов: свинца, бария, вольфрама.

Плотность минералов определяется по любой из имеющихся методик (с помощью пикнометров, прибора Ле-Шателье и др.)

2.3.7. Определение растворимости в кислотах

Хорошо растворяются в соляной кислоте только минералы, относящиеся к классу карбонатов (кальцит или известковый шпат, арагонит, магнезит).

Диагностика проводится методом капания серной кислоты. Карбонатные минералы в кислоте растворяются; некоторые вскипают с выделением пузырьков CO_2 (кальцит CaCO_3 ; малахит) уже при обычных условиях, другие растворяются в измельченном виде (доломит) или при подогревании (магнезит).

Испытания соляной кислотой следует проводить только с минералами, предварительно отнесенными к классу карбонатов: твердость средняя (от 3 до 5 баллов), блеск неметаллический, окраска светлая.

2.3.8. Пример описания внешних признаков минерала

Описание внешних признаков и петрографическая характеристика образца выполняются по результатам макроскопического анализа. Предположим, что нами получены следующие показатели для исследуемого образца.

1. Цвет минерала – бесцветный; кристаллы прозрачные, на гранях имеется поперечная штриховка.
2. Форма образца – шестигранная призма.
3. Твердость по шкале Мооса – 7 (перочинный нож не оставляет царапины на образце, образец не режет стекло, но оставляет на нем царапины).
4. Спайность – отсутствует (при ударе молотком раздробляется без образования плоскостей).
5. Блеск – стеклянный на гранях, жирный в изломах кристалла.
6. Излом – раковистый.
7. Плотность – $\rho = 2,65 \text{ г/см}^3$.
8. Растворимость в кислотах – не растворяется в HCl даже в порошкообразном виде (не кипит).

Чтобы определить название минерала, воспользуемся определителем (см. прил. 1) и, сравнив диагностические признаки испытуемого образца с классификационными, сделаем соответствующее заключение.

Заключение

По цвету исследуемый минерал относится к группе светлых. Согласно определению (см. прил. 1) этот минерал может быть гипсом, полевым шпатом, мусковитом или другим из группы светлых минералов. По твердости устанавливаем вероятность каждого из них. Исследуемый образец имеет твердость 7 баллов. Согласно шкале Мооса такой твердостью могут обладать кварц и полевой шпат (ортоклаз). Поэтому окончательное заклю-

чение можно сделать только после сравнения свойств этих минералов по другим признакам.

Сравниваем их по спайности: у кварца спайность отсутствует; у ортоклаза – совершенная.

По характеру излома: у кварца излом раковистый; у ортоклаза излом по спайности.

Сравнив эти и другие признаки кварца и ортоклаза с исходными данными (исследуемого минерала), делаем вывод: исследуемый визуальным анализом минерал является кварцем.

По цвету определяем разновидность кварца; исследуемый образец представляет собой бесцветные прозрачные кристаллы (см. исходные данные), следовательно, этот образец кварца носит особое название – горный хрусталь.

Фиолетовые разновидности кварца – аметист; прозрачные, окрашенные в буровато-серые тона, – раухтопаз; кварц черного цвета – морион.

КЛАСС, ГРУППА И ПОДГРУППА МИНЕРАЛА

Используя принятую в минералогии классификацию, устанавливаем для кварца следующие данные.

Класс – окислов, группа – свободного кремнезема, подгруппа – кварц, название – кварц, химический состав кварца – SiO_2 .

Генезис (происхождение) – главным образом магматическое, но может быть и другое (метаморфическое, осадочное).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МИНЕРАЛА

Кварц – весьма стойкий к выветриванию минерал, поэтому его зерна в виде обломков накапливаются в большом количестве в песках, песчаниках, лессах и глинах.

Применение кварца весьма разнообразно. Прозрачные разновидности горного хрусталя, аметиста используются в качестве поделочных камней; бесцветные – для изготовления оптических приборов.

3. Определение горных пород

Химический состав горных пород определяют методами обычного качественного и количественного анализов.

В полевых условиях и для ориентировочной оценки качества горных пород достаточно выполнить исследования методом визуального анализа.

Основной породообразующий минерал определяется по той же методике, что изложена в разделе 2 (определяют цвет, твердость и т.д.).

Определение горной породы выполняется по прил. 2 в следующем порядке.

Определяют, к какой группе по генезису относится горная порода (изверженные осадочные или метаморфические).

Определяют подгруппу исследуемой породы, руководствуясь цветом, структурой, сложением и минералогическим составом.

Определяют вид породы.

3.1. Описание внешних признаков и петрографическая характеристика горной породы

Исследование горной породы выполняется по следующей схеме:

- описание внешних признаков (размер образца, цвет, однородность, блеск);
- минеральный состав (при выполнении этой задачи следует пользоваться прил. 1);
- твердость породы (по шкале Мооса);
- структура (строение) горной породы;
- текстура (сложение) породы;
- характер раскола;
- характер ребер,
- наличие, размер и расположение трещин, включений землистых минералов.

3.1.3. Трещиноватость и отдельность горных пород

Трещинами отдельности называют систему трещин, возникающих при неравномерном охлаждении массивов магматических пород.

Различают следующие виды отдельностей:

- 1) пластовая или плитняковая – когда порода разбита на отдельные пласты или плиты;
- 2) столбчатая – массив разбит сетью вертикальных трещин;
- 3) шаровая – возникает при подводных излияниях лав.

Трещиноватость определяют по звуку при ударе молотком (звонкий – пластовая, глухой – столбчатая, дребезжащий – шаровая).

3.2. Пример предварительной оценки качества горной породы

3.2.1. Задание

Определить группу горной породы по генезису и дать оценку ее качества на основе описания внешних признаков и петрографической характеристики породы.

3.2.2. Решение

Исследования горной породы выполняем визуальным анализом и делаем описание внешних признаков и петрографической характеристики породы в такой последовательности.

1. Образец кубовидной формы, размером 15×20×30 см. Цвет исследуемой породы – темно-серый с белыми прожилками, без блеска. На поверхности и свежем изломе трещин и слабых зерен не обнаружено.
2. Твердость породы по шкале Мооса – 5,5 баллов (стальной нож оставляет царапину на исследуемой породе; порода не царапает оконное стекло).
3. При действии 10%-ной соляной кислотой наблюдается бурное «кипение» с выделением углекислого газа.
4. Раскол – неправильный, со слабошероховатой поверхностью, ребра – острые.
5. Структура – скрыто-кристаллическая, неоднородная.
6. Текстура – плотная однородная; следовательно, порода относится к прочным, устойчивым к выветриванию.

3.2.3. Заключение

Бурное выделение CO_2 от капли HCl указывает на тот факт, что главным породообразующим минералом данной породы является минерал из класса карбонатов – кальцит (известковый шпат), а наследуемая порода – битуминозный известняк.

Диагностические признаки кальцита (CaCO_3): бурно выделяет CO_2 от капли HCl ; бесцветный или молочно-белый с оттенком серого; плотность – 2,8; спайность совершенная (см. прил. 1).

Скрытокристаллическая структура и плотная однородная текстура горной породы свидетельствуют о ее высокой прочности. Предварительно эту породу можно рекомендовать для переработки.

Приложение 1

Таблица 1

Главные породообразующие минералы

Минерал	Химический класс	Химический состав	Цвет	Твердость	Спайность	Блеск
1	2	3	4	5	6	7
Эндогенные (первичные) минералы						
Кварц	Окислы	SiO ₂	Бесцветный, молочно-белый, серый	7	Отсутствует	Стеклянный
Кремень		SiO ₂	Разнообразный	7	То же	Матовый
Оливин (перидот)	Силикаты	(Mg, Fe) ₂ (SiO ₄)	Оливково-зеленый до черного	6,5-7	Несовершенная	Стеклянный
Полевые шпаты 1) ортоклаз 2) плагиоклаз а) альбит и др. б) шабрадор		Смесь натриевых и кальциевых алюмосиликатов То же	Белый, розовый, мясо-красный, светло-серый Альбит-белый, другие разновидности-серые Серый, темно-серый, до черно-серого	6	Совершенная То же Несовершенная	То же

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Нефелин	Силикаты	Na (AlSiO ₄)	Бесцветный, серовато-белый, серый с бурым, красноватым и зеленым оттенком	5-6	Несовершенная, практически отсутствует	На плоскости кристаллов
Роговая обманка	Силикаты	Сложные силикаты из семейства амфиболитов	Светло-зеленый до темно-зеленого и черного	5,5-6	Совершенная по двум направлениям под углом 124 и 56°	Стеклянный, по плоскости спайности шелковистый
Слюды а) биотит б) мусковит		Сложные алюмосиликаты То же	Черный, бурый Бесцветный с сероватым и зеленоватым оттенками	2-3 2-3	Весьма совершенная То же	Стеклянный, перламутровый То же
Экзогенные и метаморфические неминеральные (вторичные)						
Пирит	Сульфиды	FeS ₂	Латунно-желтый, золотисто-желтый, соломенно-желтый	6-6,5	Несовершенная	Металлический
Лимонит (бурый железняк)	Окислы (гидрооксиды железа)	2Fe ₂ O ₃ 3H ₂ O (условно)	Ржаво-бурый, темно-коричневый, светло-желтый, красно-бурый	Около 1,5- у гегита, 4,5-5,5	Отсутствует, у гегита – совершенная	Матовый, у гегита – алмазный
Кальцит	Карбонаты	CaCO ₃	Прозрачный, белый, серый	3,0	Совершенная	Стеклянный

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Доломит		$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Белый, желтый, серый с зеленоватым, красноватым оттенками	3,5-4,0		Стеклянный
Гипс	Сульфаты	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Белый, водяно-прозрачный, бесцветный, розовый	2,0		Стеклянный шелковистый
Ангидрит		CaSO_4	Белый с сероватым и голубоватым оттенками	3,0-3,5	Совершенная в одном направлении	Стеклянный
Тальк	Силикаты	$\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$	Бледно-зеленый, серый с желтоватым, зеленоватым оттенками	1,0	Листовые агрегаты с весьма совершенной спайностью	Перламутровый, в плотных агрегатах-матовый
Серпентин (змеевик)		$\text{Mg}_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_6$	Зеленый, темно-зеленый, бурый	1,0	Отсутствует	Слабо-стеклянный, жирный, шелковистый
Кальцит		$\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$	Сплошные массы белого цвета, иногда с желтым, красноватым, зеленоватым оттенками	1,0-1,5		Матовый, тусклый, жирный

Окончание табл. 1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Хлориты		Сложные алюмосиликаты	Зеленый, темно-зеленый	2,0-2,5	Весьма совершенная	Стеклянный, перламутро- вый
Галит	Галоидные соединения	NaCl	Белый до прозрач- ного, серый, розоватый, синий	2,5	Совершенная	Стеклянный
Сильвин		KCl	Бесцветный молочно-белый, желто-красный	2,0	Несовершенная	То же

Таблица 2

Физические свойства минералов

Минерал	Излом	Строение	Плотность, г/см ²	Прочие признаки	Входит в состав горных пород	Практическое использование
1	2	3	4	5	6	7
Кварц	Неровный, раковистый	Кристаллическое	2,6	Соляная кислота не действует	Гранит, кварцит, кварцевый порфир	В оптике, радиотехнике, как поделочный камень
Кремень	Раковистый	Некристалличе- ское	2,5	То же	Самостоятельно	–
Оливин	Зернистый	Кристаллическое	3,3-3,4	В изломе блеск жирный	Базальт, габбро, перидотит, дунит	Для огнеупорных кирпичей
Ортоклаз	По спайности ровный	То же	2,6	Раскалывается под прямым углом	Гранит, сиенит	В фарфоровой пром., в ювелирном деле
Альбит	То же		2,6-2,75	Раскалывается под острым углом	Диорит, габбро	
Лабрадор	Неровный		2,7	При поворачивании дает красивый сине- зеленый оттенок	Лабрадорит	Облицовочный камень
Нефелин			2,6	В изломе блеск жирный	Нефелиновые сиениты	В стекольной, керамической и цементной пром.

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Роговая обманка	Занозистый	Кристаллическое	3,0-3,5	Кристаллы призматические, столбчатые, черта зеленая	Гранит, сиенит, диорит, габбро	
Авгит	Неровный	Кристаллическое	3,5	Кристаллы короткие, бочкообразные, восьмигранные столбики, черта зеленая	Базальт, вулканические туфы, диабаз, габбро	
Биотит	По спайности – ровный		3,0-3,1	Расщепляется на тонкие упругие листочки	Гранит, сиенит, слюдистые сланцы	Для изготовления жаростойких масс и бронзовой краски
Мусковит	То же		2.7-3,1	То же, цвет черно-белый	То же	В электропром., радиотехнике
Пирит	Неровный, раковистый		5.0	Кристаллы кубические со штриховкой на гранях, черта – зеленовато-черная	Гранит, мрамор, каменный уголь	Сырье для получения серной кислоты
Лимонит	Землистый неровный	Чаще некристаллическое	3,3-4,0	Встречается в виде горошин, землистых разностей, натечных масс, черта – желто-бурая	Самостоятельно	Железная руда

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Кальцит	По спайности ровный	Кристаллическое	2,7	Бурно вскипает под действием соляной кислоты	Известняк, мрамор, известковый	В оптике исландский шпат
Доломит	То же	То же	2,8-2,9	От капли соляной кислоты вскипает в порошке при нагревании	Известняк, мрамор, самостоятельно	В огнеупорной и химической пром.
Гипс	По спайности ровный		2,3	Расщепляется на тонкие малоупругие листочки, чертится ногтем	Самостоятельно	В строительном деле, для цементной пром.
Ангидрит	Неровный		2,8-3,0	Ногтем не чертится, от капли соляной кислоты вскипает	Самостоятельно, чаще вместе с каменной со- лью и гипсом	В цементной пром. и как поделочный камень
Тальк	По спайности в одном направлении ровный	Кристаллическое	2,7-2,8	Жирный на ощупь (жировик, мыльный камень), черта – белая	Тальковый сланец	В бумажной, резиновой, парфюмерной, текстильной пром.
Серпентин	Раковистый в сплошных массах, занозистый в волокнистых разностях	Скрыто- кристаллическое с волокнистыми прожилками	2,5-2,7	Часто пятнистый, напоминает кожу змеи, переходит в асбест	Серпентинит, змеевиковый сланец	В огнеупорной химической пром. и как поделочный камень

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
Кальцит	Землистый	Чаще некристаллическое	2,58-2,6	Мягкий, жирный на ощупь, если на него подышать, дает запах глины, прилипает к языку, при намокании пластичен	Глины, реже самостоятельно	В строительном деле, бумажной, керамической пром.
Хлориты	По спайности ровный	Кристаллическое	2,6-2,8	Расщепляется на тонкие гибкие листочки, черта светло-зеленая	Хлоритовые сланцы	—
Галит	То же	То же	2.1-2.2	Вкус соленый, растворяется в воде	Каменная соль	В пищевой, химической, металлургической, кожевенной пром. и др.
Сильвин	Неровный	Образует зернистые и плотные массы	1,97-1,99	Вкус горько-соленый, растворяется в воде	Самостоятельно	Как удобрение, в химической, стекольной, мыловаренной пром.

Приложение 2

Таблица 1

Изверженные горные породы (класс скальных грунтов)

Горная порода	Цвет	Состав	Деление пород по степени кислотности (содержание SiO ₂ ,%)	Предел прочности при сжатии, МПа	Сложение	Структура	Пористость, %	Использование
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Глубинные изверженные горные породы								
Гранит	Серый, розовый, красный	Ортоклаз, иногда плагиоклаз, кварц, слюда или роговая обманка	Кислая SiO ₂ 65-75	100-250	Массивное, (однородное, плотное)	Кристаллически-зернистая	0,41-1,00	В дорожном строительстве
Сиенит	Серый, розовый, красный	Ортоклаз и роговая обманка	Средняя SiO ₂ 52-65	100-250	То же	То же	0,41-1,00	То же
Диорит	Серый, темно-зеленый	Плагиоклаз до 75% и роговая обманка	То же	150-275	– // <u>—»=</u>	– // –	0,25-1,25	– // –
Габбро	Зеленый, темно-зеленый, черный	Плагиоклаз до 50%, авгит, реже роговая обманка	Основная SiO ₂ 40-52	150-275	Массивное	Крупнозернистая	0,25-1.25	– // –

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лабрадорит	Серый, черный с синезеленым переливчатым оттенком	Лабрадор и авгит	Основная SiO ₂ 40-52	Близок к габбро		Крупнозернистая	Близок к габбро	Для облицовочных работ
Излившиеся изверженные горные породы								
Диабаз	Темно-серый с зеленоватым оттенком	Плагиоклаз и авгит	Основная SiO ₂ 40-52	200-300, иногда до 400	Массивное (однородное, плотное)	Кристаллически-зернистая, игольчатая, скрытокристаллическая диабазовая	0,60-0,80	В дорожном строительстве
Базальт	Темно-серый до черного	Плагиоклаз, ангит и оливин	Основная SiO ₂ 40-52	Близок к дабазу	Массивное и пористое	Скрытокристаллическая или мелкозернистая	Близок к диабазу	Базальты с массивным сложением в строительстве
Порфир	Серый, розовый, красный	Близок к гранитам	Кислая SiO ₂ 65-75	Близок к граниту	То же	Порфировая	Близок к граниту	Плотные порфиры и порфириты в строительстве

Отформатировано: По левому краю

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Порфирит	Темно-серый, серо-зеленый	Близок к диоритам	Средняя SiO_2 52-65	Близок к диоритам	Массивное и пористое	Порфировая	Близок к диориту	Плотные порфиры и порфириты в строительстве
Трахит	Светло-серый, желтый, красноватый	Близок к силенитам	Средняя SiO_2 52-65	60-70	Пористое		6-15	Для неотвественных работ
Обсидиан (вулканическое стекло)	Серый, красновато-коричневый, черный	Близок к гранитам	Кислая SiO_2 65-75		Массивное	Стекловатая	—	
Вулканический туф	Серый, красноватый, черный	Спекшийся вулканический пепел и песок	Кислая SiO_2 65-75		Пористое	Некристаллическая		Для приготовления гидравлических добавок
Пемза	Белый, светло-серый, желтоватый, красноватый	Остывшая вулканическая пена	Кислая, средняя, основная	—	Пористое (легче воды)	То же	—	То же

Таблица 2

Осадочные биохимические сцементированные горные породы (грунты)

Подгруппа	Название породы	Цвет	Сложение	Состав	Особые признаки	Использование
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
	Известковый туф	Белый, желтоватый, серый	Крупно-пористое	Кальцит	Вскипает от капли соляной кислоты, образуется при выпадении солей на склонах, предел прочности при сжатии в сухом виде до 80 МПа	Как строительный материал для кладки стен
	Мел	Белый, реже сероватый, желтоватый, зеленоватый	Пористое	Мельчайшие раковины фараминофер порошковатый кальцит, панцири микроскопических морских водорослей	Вскипает от капли соляной кислоты, землистый, пачкает руки	В цементной промышленности, для побелки, как пишущий мел
Карбонатные CaMg (CO ₃)	Доломит	Белый, серый, желтый, красноватый	Однородное	Доломит с примесями кальцита, глины, кварца	Обладает зернистой структурой, вскипает от капли соляной кислоты в порошке	Наиболее прочные, наравне с плотными известняками

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Кремнистые $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Трепел	Белый, светло-желтый, бурый	Пористое	Скопления диатомовых водорослей, панцири не сохранились	Не вскипает от капли соляной кислоты, мягкий, тонкозерни- стый, похож на диа- томит	Для изготов- ления гидрав- лических добавок к цементам
	Опока	Серый, голубовато- серый, черный, желтый		Перекристаллизован- ные диатомит и трепел	Не вскипает от капли соляной кислоты, обладает крепостью, раскалывается на остроугольные звонящие осколки, с раковистым изломом, прилипает к языку	

Таблица 3

Химические осадочные сцементированные горные породы (грунты)

Химический состав	Название породы	Химическая формула	Цвет	Сложение	Состав	Особые признаки	Использование
Сульфатные	Гипс	CaSO_4	Белый, серый, зеленовато-серый	Пористое	Гипс с различными примесями	Мягкий, структура мраморовидная, крупнозернистая, волокнистая. Предел прочности при сжатии менее 20 МПа	Для производства гипсовых вяжущих материалов
	Ангидрит	CaCO_4	Белый, серый, голубовато-серый	Однородное	Ангидрит	Структура зернистая. Предел прочности при сжатии 60-80 МПа. Под действием воды переходит в гипс	То же
Галоидные	Каменная соль	NaCl	Бесцветный, серый, бурый	То же	Галит	Структура зернистая, иногда крупнокристаллическая, вкус соленый	В пищевой и химической пром.
	Калийная соль	KCl	Бесцветный, молочно-белый, желто-красный		Сильвин	Вкус горько-соленый	В с/х, как удобрение в химической пром.

Таблица 4

Осадочные цементированные, обломочные горные породы (скальные грунты)

Горная порода	Цвет	Пористость, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Использование в дорожном строительстве
Конгломерат – цементированная галька и гравий Брекчия – цементированный природный щебень и дресва Песчаник – цементированный песок	Разнообразный Серый, темно-серый, желтый, бурый	1,5-30 2-30	5-160 5-200	Прочные кремнистые породы Кремнистые
Алевролит – цементированный суглинок	Серый, желтый, бурый	По свойствам ближе к слабым песчаникам		
Аргиллит – цементированная глина	Бурый	Малопрочный		